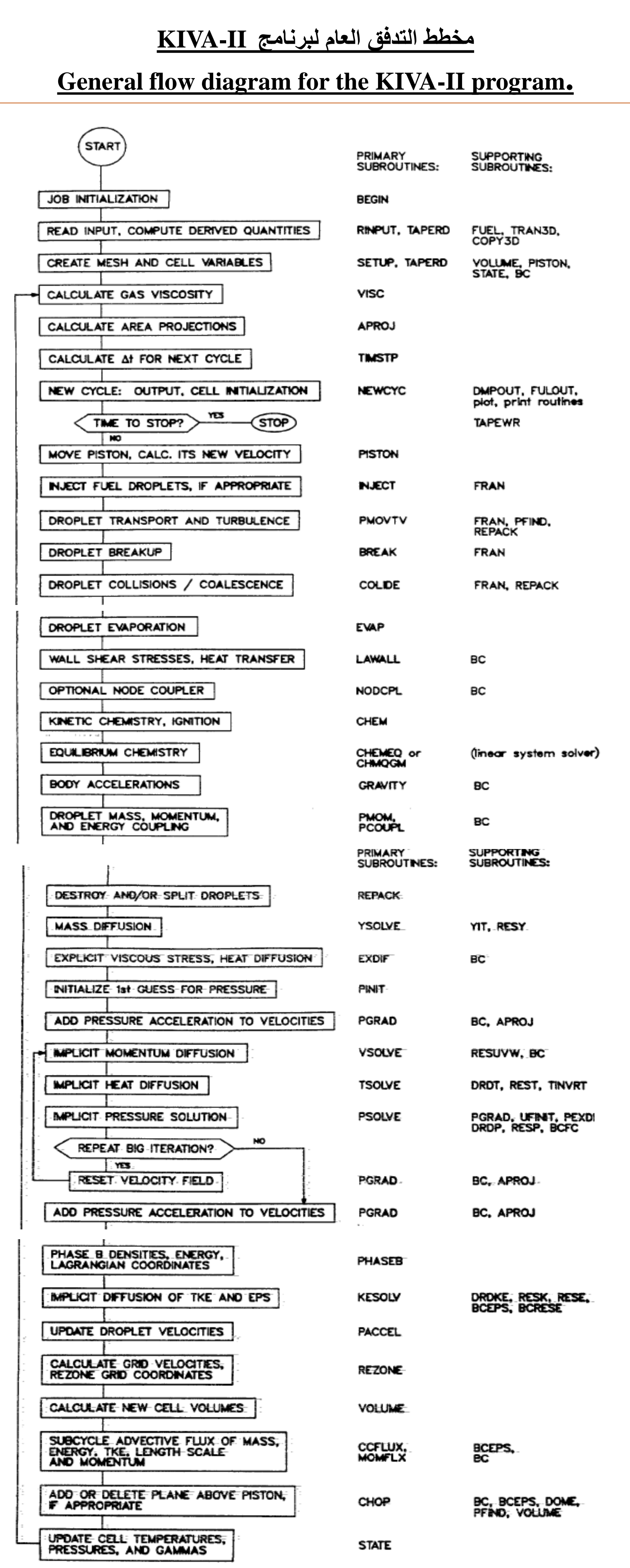


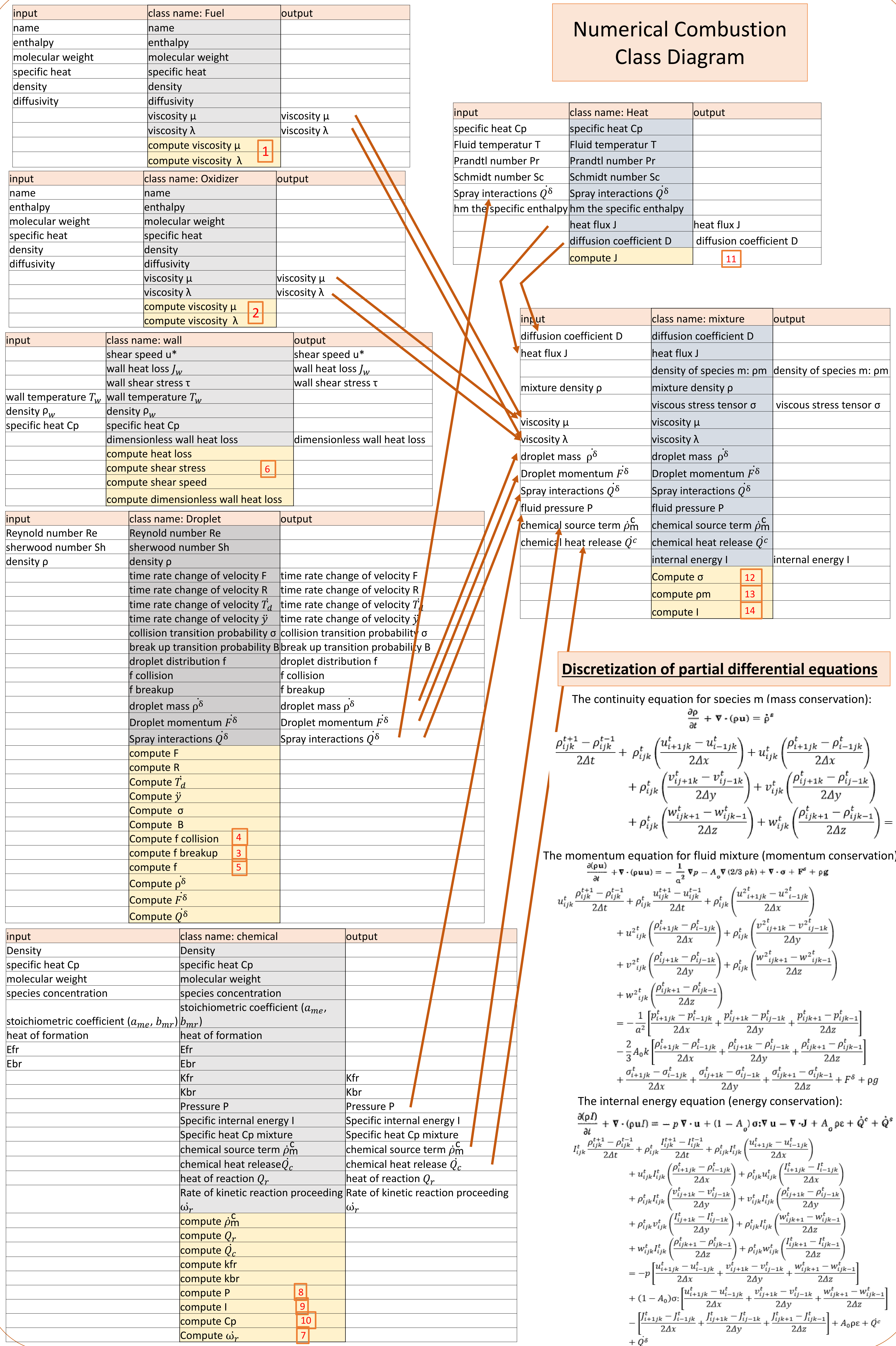
برنامج رقمي هدفه حساب و محاكاة عملية الحرق و ديناميكية الموائع الحسابية (CFD)
 Framework + Graphical User Interface (GUI), CFD + Numerical combustion

Our diagram is inspired from the Open FOAM and the KIVA II Diagrams
 استوحى هذا النموذج من البرامج التالية:
 Open FOAM, KIVA II

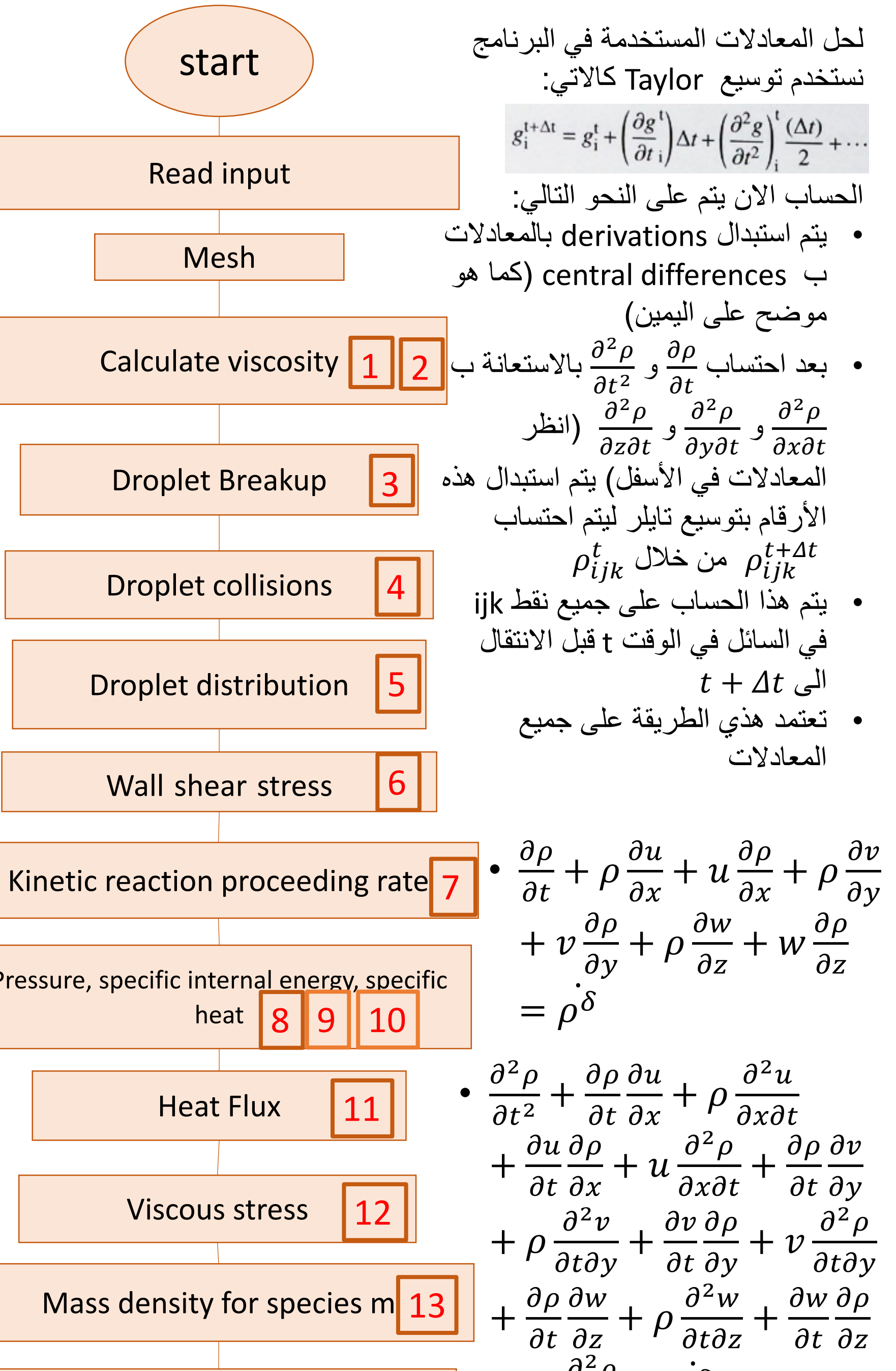


مدخل: استجابة لحاجة المستخدم الكبيرة والتطورات الأخيرة في مجالات ديناميكية السوائل العددية (CFD) ونمذجة عملية الاحتراق (numerical combustion) التي تشتمل على عدد من العمليات الفيزيائية والكيميائية المعقدة والمرتبطة بشكل وثيق تقرر برمجة كود لديه القدرة على حساب مثل هذه التفاعلات في المحارق. وتشتمل ديناميكيات عابرة ثلاثية الأبعاد لتبخير بخاخ الوقود تتفاعل مع تدفق الغازات المتعددة المكونات التي تمر بالاختلاط، الاشتعال، التفاعلات الكيميائية، ونقل الحرارة.

Numerical Combustion Class Diagram



Numerical Combustion Sequence diagram



Discretization of partial differential equations

The continuity equation for species m (mass conservation):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = \dot{\rho}^s$$

$$\frac{\rho_{ijk}^{t+\Delta t} - \rho_{ijk}^{t-\Delta t}}{2\Delta t} + \rho_{ijk}^t \left(\frac{u_{i+1jk}^t - u_{i-1jk}^t}{2\Delta x} \right) + u_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{i+1jk}^t - \rho_{i-1jk}^t}{2\Delta x} \right) + \rho_{ijk}^t \left(\frac{v_{ij+1k}^t - v_{ij-1k}^t}{2\Delta y} \right) + v_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{ij+1k}^t - \rho_{ij-1k}^t}{2\Delta y} \right) + \rho_{ijk}^t \left(\frac{w_{ijk+1}^t - w_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) + w_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{ijk+1}^t - \rho_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) = \dot{\rho}^s$$

The momentum equation for fluid mixture (momentum conservation):

$$\frac{\partial (\rho \mathbf{u})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u} \mathbf{u}) = -\frac{1}{\alpha^2} \nabla p - A_0 \nabla \cdot (\rho \mathbf{g}) + \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} + \mathbf{F}^c + \rho \mathbf{g}$$

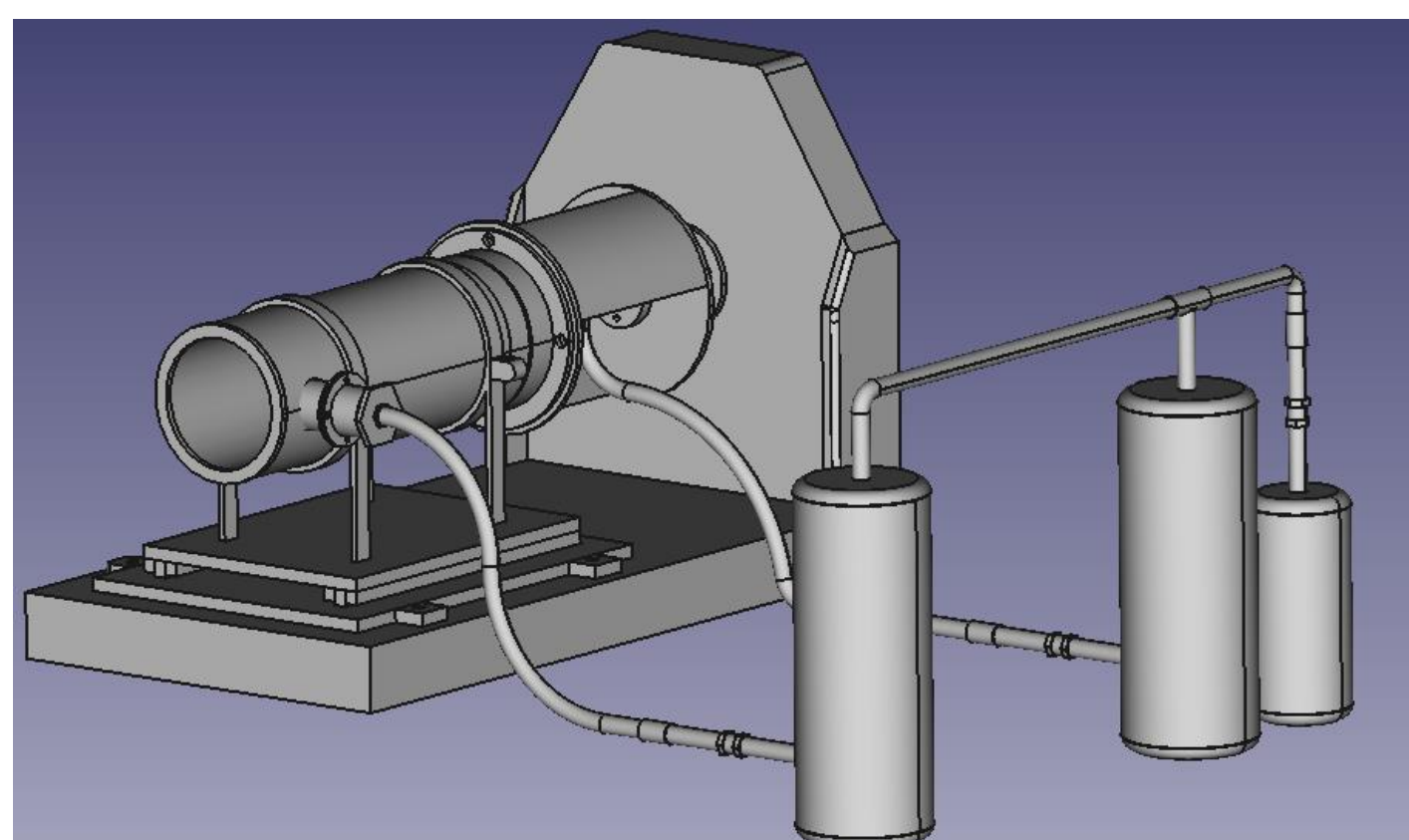
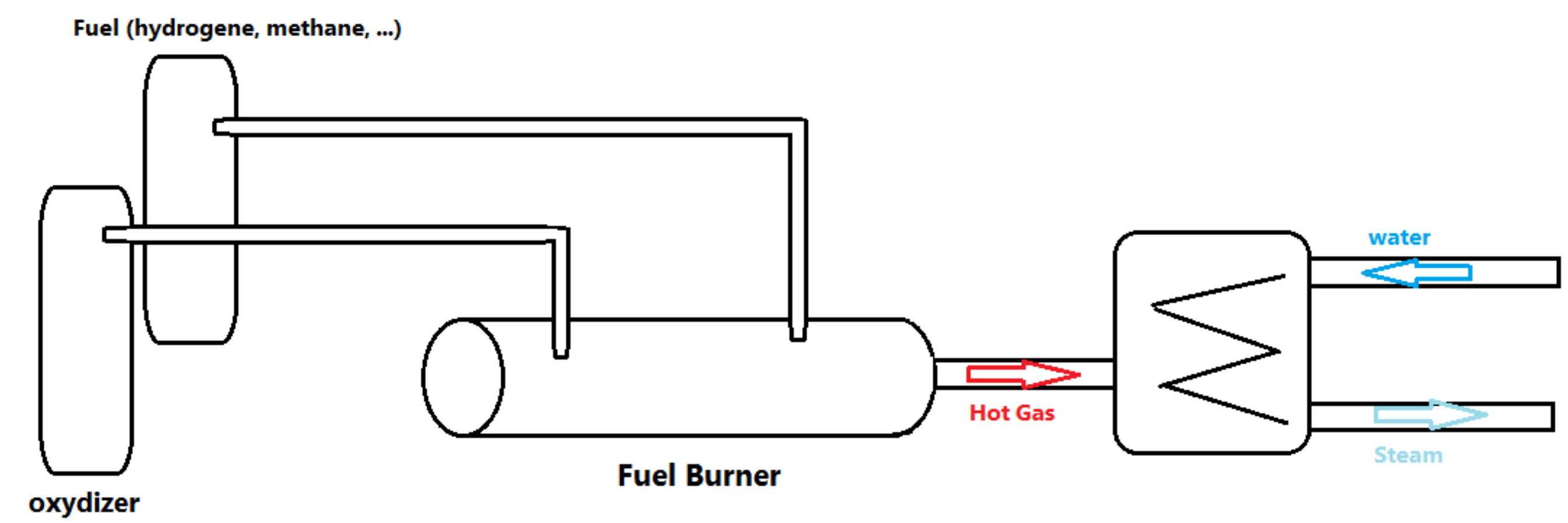
$$u_{ijk}^t \frac{\rho_{ijk}^{t+\Delta t} - \rho_{ijk}^{t-\Delta t}}{2\Delta t} + \rho_{ijk}^t \left(\frac{u_{i+1jk}^{t+\Delta t} - u_{i-1jk}^{t-\Delta t}}{2\Delta t} \right) + \rho_{ijk}^t \left(\frac{u_{i+1jk}^t - u_{i-1jk}^t}{2\Delta x} \right) + u_{ijk}^t \left(\frac{v_{ij+1k}^t - v_{ij-1k}^t}{2\Delta y} \right) + v_{ijk}^t \left(\frac{v_{ij+1k}^t - v_{ij-1k}^t}{2\Delta y} \right) + v_{ijk}^t \left(\frac{w_{ijk+1}^t - w_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) + w_{ijk}^t \left(\frac{w_{ijk+1}^t - w_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) + w_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{ijk+1}^t - \rho_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) = -\frac{1}{\alpha^2} \left[\frac{p_{i+1jk}^t - p_{i-1jk}^t}{2\Delta x} + \frac{p_{ij+1k}^t - p_{ij-1k}^t}{2\Delta y} + \frac{p_{ijk+1}^t - p_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right] - \frac{2}{3} A_0 k \left[\frac{\rho_{i+1jk}^t - \rho_{i-1jk}^t}{2\Delta x} + \frac{\rho_{ij+1k}^t - \rho_{ij-1k}^t}{2\Delta y} + \frac{\rho_{ijk+1}^t - \rho_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right] + \sigma_{i+1jk}^t - \sigma_{i-1jk}^t + \sigma_{ij+1k}^t - \sigma_{ij-1k}^t + \sigma_{ijk+1}^t - \sigma_{ijk-1}^t + F^c + \rho \mathbf{g}$$

The internal energy equation (energy conservation):

$$\frac{\partial (\rho I)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u} I) = -p \nabla \cdot \mathbf{u} + (1 - A_0) \boldsymbol{\sigma} : \nabla \mathbf{u} - \nabla \cdot \mathbf{J} + A_0 \rho \epsilon + \dot{Q}^c + \dot{Q}^s$$

$$I_{ijk}^t \frac{\rho_{ijk}^{t+\Delta t} - \rho_{ijk}^{t-\Delta t}}{2\Delta t} + \rho_{ijk}^t \left(\frac{I_{i+1jk}^{t+\Delta t} - I_{i-1jk}^{t-\Delta t}}{2\Delta t} \right) + \rho_{ijk}^t \left(\frac{I_{i+1jk}^t - I_{i-1jk}^t}{2\Delta x} \right) + u_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{i+1jk}^t - \rho_{i-1jk}^t}{2\Delta x} \right) + v_{ijk}^t \left(\frac{I_{ij+1k}^t - I_{ij-1k}^t}{2\Delta y} \right) + v_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{ij+1k}^t - \rho_{ij-1k}^t}{2\Delta y} \right) + w_{ijk}^t \left(\frac{I_{ijk+1}^t - I_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) + w_{ijk}^t \left(\frac{\rho_{ijk+1}^t - \rho_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) + w_{ijk}^t \left(\frac{I_{ijk+1}^t - I_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right) = -p \left[\frac{u_{i+1jk}^t - u_{i-1jk}^t}{2\Delta x} + \frac{v_{ij+1k}^t - v_{ij-1k}^t}{2\Delta y} + \frac{w_{ijk+1}^t - w_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right] + (1 - A_0) \boldsymbol{\sigma} : \left[\frac{u_{i+1jk}^t - u_{i-1jk}^t}{2\Delta x} + \frac{v_{ij+1k}^t - v_{ij-1k}^t}{2\Delta y} + \frac{w_{ijk+1}^t - w_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right] - \left[\frac{J_{i+1jk}^t - J_{i-1jk}^t}{2\Delta x} + \frac{J_{ij+1k}^t - J_{ij-1k}^t}{2\Delta y} + \frac{J_{ijk+1}^t - J_{ijk-1}^t}{2\Delta z} \right] + A_0 \rho \epsilon + \dot{Q}^c + \dot{Q}^s$$

تطبيق (Applications): تطوير و محاكاة لعملية حرق الغاز (combustion) داخل ال (Fuel Burner)



Fuel Burner